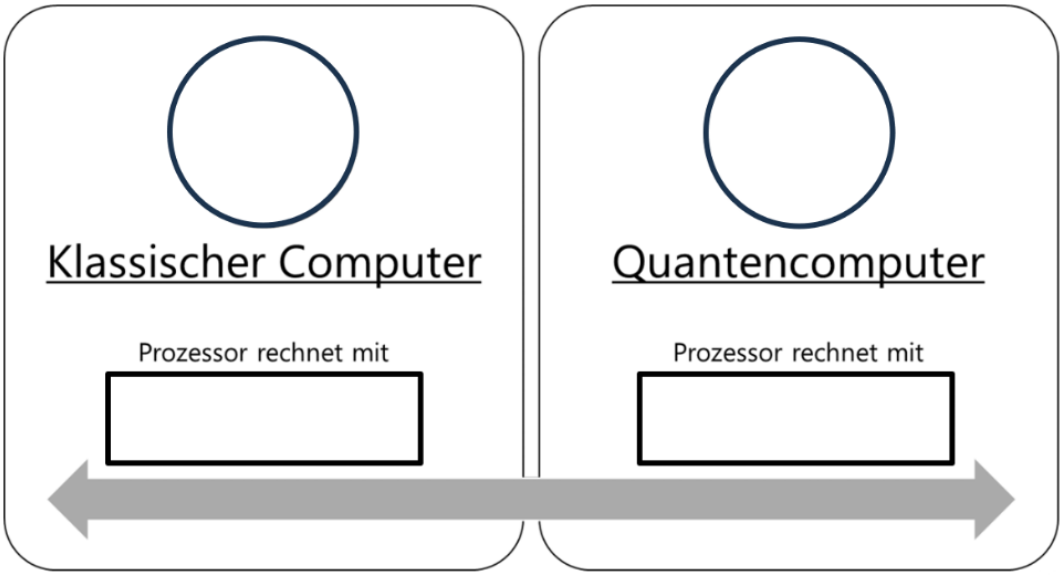
Wie funktionieren Quantencomputer?



Quantenüberlegenheit
= Überlegenheit von Quantencomputern gegenüber klassischen Computern bei der Berechnung und Lösung von komplexen Problemen (z. B. Googles Quantencomputer Sycamore 2019).

Konkret unterscheidet sich das Grundprinzip von Quantencomputern von dem klassischer Computer in folgenden drei Punkten:

Informationsträger

Klassischer Computer	Quantencomputer
Klassische Computer arbeiten nur mit Nullen und Einsen, s. g. **Bits**. Ein Bit an Information entspricht einer Entscheidung zwischen den beiden Möglichkeiten „0“ oder „1“.	Quantencomputer arbeiten mit **Qubits**. Das besondere an Qubits ist die Tatsache, dass sie nicht nur im Zustand 0 oder 1 sein können – sie können sich auch in einem **Superpositionszustand** aus beiden Zuständen befinden. Ein Elektron in einem äußeren Magnetfeld eignet sich durch seinen Spin z. B prinzipiell dazu, als Qubit in einem Quantencomputer zu fungieren.

▶ **Wesenszug Superposition**
Durch das Superpositionsprinzip befindet sich ein einzelnes Qubit „gleichzeitig“ in den Zuständen 0 **und** 1.

by Carsten Albert (2026), lizensiert unter CC BY-NC-SA 4.0

Berechnungen („Quantenparallelismus“)

Lass dir von einem Experten erläutern, worin sich Berechnungen bei Quantencomputern im Vergleich zu klassischen Computern unterscheiden.

Notiere dir wesentliche Punkte und insbesondere die beiden dafür verantwortlichen Wesenszüge.

Klassischer Computer:

Berechnungen bei klassischen Computern werden ☐ gleichzeitig ☐ nacheinander ausgeführt.

Quantencomputer:

Berechnungen bei Quantencomputern werden ☐ gleichzeitig ☐ nacheinander ausgeführt.

Dieses Phänomen nennt man _____.

Voraussetzung für das exponentielle Anwachsen der Rechenleistung bei der Zugabe von Qubits ist es, dass die Qubits miteinander _____ sind.

Begründung anhand der Wesenszüge:

- **1. Wesenszug:**

- **2. Wesenszug:**

Auslesbarkeit der Rechenergebnisse

Klassischer Computer	Quantencomputer
In einem klassischen Computer können Zwischenergebnisse **jederzeit ausgelesen** werden, ohne den Rechenfortschritt zu stören. Endergebnisse sind relativ sicher.	Das **Auslesen** von Rechenergebnissen stellt einen **Messprozess** dar. Darum ist das Auslesen von **Zwischenergebnissen** nicht möglich, denn der hierfür notwendige Messprozess würde den Superpositionszustand zerstören. Um das **Endergebnis** zu erhalten, ist ein Messprozess notwendig. Auch wenn alle Rechnungen durch die Superposition gleichzeitig abgelaufen sind – bei der Messung wird dieser Superpositionszustand zerstört und das Messergebnis ist eindeutig. Das heißt, die Messung liefert **ein Rechenergebnis**, und alle anderen Ergebnisse gehen unwiderruflich verloren. Man muss also den Ablauf der Rechnung vorher so gestalten, dass die Wahrscheinlichkeit für das gesuchte Ergebnis möglichst hoch ist und die Rechnung mehrfach/häufig **wiederholen**.

- **Wesenszug Messprozess**
  Durch den Messprozess erhält man beim Auslesen von Rechenergebnissen **immer nur ein Ergebnis**, alle anderen Ergebnisse sind unwiderruflich verloren. Ein Auslesen von Zwischenergebnissen ist nicht möglich.

- **Wesenszug statistischer Charakter**
  Man kann Rechnungen so gestalten, dass die Wahrscheinlichkeit für das gewünschte Ergebnis möglichst groß wird.
  Der statistische Charakter der Quantenphysik erlaubt es, **mit großer Sicherheit** das gewünschte Ergebnis zu erhalten, wenn man die Rechnung **oft** durchführt.

Mögliche Einsatzgebiete von Quantencomputern

- _____
- _____
- _____

→

Herausforderung in der technischen Realisierung

Ein Hauptproblem:

Fehleranfälligkeit aufgrund _____.